

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-070633

(43)Date of publication of application : 08.03.2002

(51)Int.Cl.

F02D 45/00

(21)Application number : 2000-268361 (71)Applicant : DENSO CORP

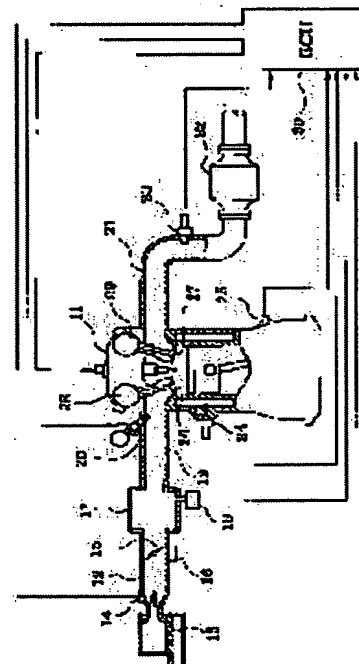
(22)Date of filing.: 31.08.2000 (72)Inventor : NISHIYAMA MASATERU  
KAWAI KATSUHIKO

## (54) IN-CYLINDER CHARGING-AIR AMOUNT ESTIMATION DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To estimate an in-cylinder charging-air amount with high accuracy without using charging efficiency.

**SOLUTION:** In this estimation device, an intake system model for calculating the in-cylinder charging-air amount  $M_e$  is derived by applying the law of conservation of mass and the state equation of gas to intake air flowing through an intake passage from a throttle valve 15 to an intake port of an engine 11. An intake system model equation is  $M_e = M_{th} - V/RT \cdot dP/dt$ , wherein  $M_e$  is the in-cylinder charging-air amount,  $V$  is an inner volume of the intake passage on the downstream of the throttle valve 15,  $R$  is the gas constant,  $T$  is an intake temperature, and  $dP/dt$  is an intake pressure change amount. A deviation (i.e., a pseudo differential value) between a detection value of an intake pressure sensor 18 and an averaging value of the detection value is used as the intake pressure change amount ( $dP/dt$ ) to eliminate influence of noise (an intake pulsation waveform) superimposed on the detection value of the intake pressure sensor 18.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other  
than the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] An intake-air-flow detection means to detect the flow rate of the inhalation air which flows an internal combustion engine's inhalation-of-air path, The inhalation-of-air system model which simulated the behavior of inhalation air until a MAP detection means to detect the MAP in said inhalation-of-air path, and the inhalation air which passed the throttle valve flow in a cylinder is used. While calculating the air flow rate which flows in said inhalation-of-air system model based on the intake air flow detected with said intake-air-flow detection means Based on the variation of the MAP detected with said MAP detection means, the variation of the air mass in this inhalation-of-air system model is calculated. It has an operation means to calculate the restoration air content in a cylinder which flows in a cylinder from the air flow rate which flows in this inhalation-of-air system model, and the variation of the air mass in this inhalation-of-air system model. Said operation means Restoration air content presumption equipment in a cylinder of the internal combustion engine characterized by the thing of the detection value and detection value of said MAP detection means for which it anneals and deflection with a value is used as variation of this MAP in case the variation of the air mass in said inhalation-of-air system model is calculated based on the variation of said MAP.

[Claim 2] Said intake-air-flow detection means is restoration air content presumption equipment in a cylinder of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by being a heat type air flow meter.

[Claim 3] Said inhalation-of-air system model is restoration air content presumption equipment in a cylinder of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 characterized by incorporating the time constant of said intake-air-flow detection means, and the time constant of said MAP detection means as an adjustment constant which amends the difference of the responsibility of said intake-air-flow detection means and said MAP detection means.

[Claim 4] The formula of said inhalation-of-air system model is [Equation 1].

$$Me = \left( \frac{1}{\frac{s}{\alpha 1} + 1} \right) Mth - \left( 1 - \frac{1}{\frac{s}{\alpha 2} + 1} \right) \frac{V}{RT} P$$

ここで、  $\frac{1}{\alpha 1}$  : 吸気圧力検出手段の時定数

$\frac{1}{\alpha 2}$  : 吸入空気流量検出手段の時定数

Mth : 吸気系モデル内に流入する空気流量

P : 吸気圧力検出値

V : 吸気系モデルの内容積

R : 気体定数

T : 吸入空気の温度

s : ラプラス演算子

Restoration air content presumption equipment in a cylinder of the internal combustion engine according to claim 3 which comes out and is characterized by a certain thing.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the restoration air content presumption equipment in a cylinder of the internal combustion engine which detects both an intake air flow and a MAP and presumes the restoration air content in a cylinder.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, the method of presuming the restoration air content in a cylinder detects an intake air flow with an air flow meter, and is divided roughly into the method (henceforth a "intake-air-flow detection method") which presumes the restoration air content in a cylinder from the detection value, and the method (henceforth a "MAP detection method") which detects a MAP by the MAP sensor and presumes the restoration air content in a cylinder from the detection value. Although there is an advantage that the presumed precision of the restoration air content in a cylinder at the time of a stationary is good since an intake-air-flow detection method serves as a restoration air content in an intake-air-flow = cylinder at the time of a stationary, before appearing as change of the output of the air flow meter with which change of the restoration air content in a cylinder was installed in the upper section of an inlet pipe at the time of excess, time amount will be taken for a while, and there is a fault that the responsibility of a transient is bad. On the other hand, a MAP detection method has the features that the responsibility of a transient is good as compared with an intake-air-flow detection method. The time amount which the pressure variation accompanying change of the restoration air content in a cylinder spreads to near a MAP sensor (surge tank) is because it is quite short as compared with time amount until change of the restoration air content in a cylinder changes the intake air flow near the air flow meter of the inlet-pipe upstream section.

[0003] Then, 2 sensor concomitant use methods having the advantage of both the methods of an intake-air-flow detection method and a MAP detection method are developed in recent years. This 2 sensor concomitant use method installs both an air flow meter and a MAP sensor, and it presumes the restoration air content in a cylinder from the intake air flow detected with the air flow meter, and he is trying to calculate the restoration air content in a cylinder by the degree type to a transient from the MAP detected by the MAP sensor at the time of a stationary.

[0004]  $Me = \eta \cdot Ne \cdot V \cdot P / (2 \text{ and } R \cdot T)$

here -- Me : the inside of a cylinder -- restoration air content  $\eta$ :charging-efficiency Ne:engine-speed V:inlet-manifold content volume P: -- MAP (detection value of a MAP sensor)

R: the temperature of gas constant T:inhalation air -- a charging efficiency  $\eta$  is computed in this case on the 2-dimensional map which makes an engine speed Ne and MAP P a parameter.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the 2 above-mentioned conventional sensor concomitant use methods, it is the restoration air content Me in a cylinder of a transient. Since the charging efficiency  $\eta$  is included in the formula to compute, it is necessary to compute a charging efficiency  $\eta$  on the 2-dimensional map which makes an engine speed Ne and MAP P a parameter. for this reason, if it is going to compute a charging efficiency  $\eta$  with a sufficient precision, memory space will be extended, in order for the adaptation man day for 2-dimensional map creation to increase or to memorize this 2-dimensional map -- required -- certain \*\* Especially

with the engine which carried the adjustable valve timing system in both the inspired air flow path / exhaust side, since a charging efficiency  $\eta$  changes also with inhalation of air / exhaust air valve timing, there is a fault of it being necessary to compute a charging efficiency  $\eta$  on the 4-dimensional map which makes a parameter an engine speed  $N_e$ , and MAP  $P$ , and inhalation of air / exhaust air valve timing, and the adaptation man day and memory space for 4-dimensional map creation becoming very huge, and becoming a remarkable cost rise.

[0006] And by the 2 above-mentioned conventional sensor concomitant use methods, in order to switch an intake-air-flow detection method and a MAP detection method by the time of a stationary, and the transient, there is a possibility that the operation value of the restoration air content in a cylinder may become discontinuous on the boundary of the time of a stationary and a transient, and so, it is necessary to adjust so that the operation value of the restoration air content in a cylinder may not serve as discontinuity.

[0007] This invention is made in consideration of such a situation. Therefore, the purpose The restoration air content in a cylinder can be presumed with a sufficient precision, without using a charging efficiency. The presumed precision of the restoration air content in a cylinder can be improved lessening an adaptation man day and memory space sharply, and it is in moreover offering the restoration air content presumption equipment in a cylinder of the internal combustion engine which can make the operation value of the restoration air content in a cylinder continue certainly on the boundary of the time of a stationary, and a transient.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the restoration air content presumption equipment in a cylinder of the internal combustion engine of claim 1 of this invention In the thing equipped with an intake-air-flow detection means to detect the flow rate of the inhalation air which flows an internal combustion engine's inhalation-of-air path, and a MAP detection means to detect a MAP While calculating the air flow rate which flows in an inhalation-of-air system model based on the intake air flow detected with the intake-air-flow detection means using the inhalation-of-air system model which simulated the behavior of inhalation air until the inhalation air which passed the throttle valve flows in a cylinder Based on the variation of the MAP detected with the MAP detection means, the variation of the air mass in this inhalation-of-air system model is calculated, and the restoration air content in a cylinder which flows in a cylinder from the air flow rate which flows in this inhalation-of-air system model, and the variation of the air mass in this inhalation-of-air system model is calculated. This is enabled to presume the restoration air content in a cylinder, without using a charging efficiency, and an adaptation man day and memory space can be lessened sharply.

[0009] In this case, although it is possible as variation of this MAP to use the time amount differential value of the detection value of a MAP detection means in case the variation of the air mass in an inhalation-of-air system model is calculated based on the variation of a MAP Since the inhalation-of-air pulsating wave used as a noise is overlapped on the detection value of a MAP detection means, if the time amount differential value of the detection value of a MAP detection means is used, the time amount differential value of a noise wave (inhalation-of-air pulsating wave) will be used, and the operation precision of the variation of a MAP will get worse.

[0010] So, in claim 1, in case the variation of the air mass in an inhalation-of-air system model is calculated based on the variation of a MAP, as variation of this MAP, the detection value and detection value of a MAP detection means anneal, and deflection (that is, false differential value) with a value is used. By this false differential, without being influenced [ most ] of a noise component (inhalation-of-air pulsating wave), the variation of a MAP can be calculated with a sufficient precision, consequently the restoration air content in a cylinder can be presumed with a sufficient precision. And since the restoration air content in a cylinder is calculated using the same inhalation-of-air system model by the time of a stationary, and the transient, the operation value of the restoration air content in a cylinder can be made to continue certainly on the boundary of the time of a stationary, and a transient.

[0011] In this case, it is good like claim 2 to use a heat type air flow meter as an intake-air-flow detection means. since a heat type air flow meter can obtain the output corresponding to the mass flow rate of inhalation air, the amount of moving part is not and they are small (low voltage force

loss) and low cost while there is no effect by the consistency (temperature, pressure) of air compared with a vane type and Karman's vortex-type air flow meter and amendment by the consistency of air is unnecessary -- etc. -- it has an advantage.

[0012] However, since a heat type air flow meter is the structure where an output changes according to heat release, such as a heat ray cooled with inhalation air, By the time change of an intake air flow causes change of heat release, such as a heat ray, and it appears as output change, response delay will occur. Since the response delay of this heat type air flow meter is quite larger than the response delay of a MAP detection means, The difference of both response delay becomes large and it becomes the cause by which this reduces the operation precision of the restoration air content in a cylinder.

[0013] Then, it is good for an inhalation-of-air system model like claim 3 to incorporate the time constant of an intake-air-flow detection means, and the time constant of a MAP detection means as an adjustment constant which amends the difference of the responsibility of an intake-air-flow detection means and a MAP detection means. If it does in this way, the difference of the responsibility of an intake-air-flow detection means and a MAP detection means can be amended, and the operation of the restoration air content in a cylinder with a sufficient precision which reconciled responsibility and noise rejection will be attained.

[0014] In this case, what is necessary is just to use a degree type as an inhalation-of-air system model like claim 4.

[0015]

[Equation 2]

$$Me = \left( \frac{1}{\frac{s}{\alpha 1} + 1} \right) Mth - \left( 1 - \frac{1}{\frac{s}{\alpha 2} + 1} \right) \frac{V}{RT} P$$

ここで、 $\frac{1}{\alpha 1}$  : 吸気圧力検出手段の時定数

$\frac{1}{\alpha 2}$  : 吸入空気流量検出手段の時定数

Mth : 吸気系モデル内に流入する空気流量

P : 吸気圧力検出値

V : 吸気系モデルの内容積

R : 気体定数

T : 吸入空気の温度

s : ラプラス演算子

[0016] This equation is drawn from the equation of state of the law of conservation of mass and a gas so that it may mention later. Here, the air flow rate Mth which flows in an inhalation-of-air system model is a flow rate of the inhalation air which passes a throttle valve, and in order that an intake-air-flow detection means may detect an intake air flow by the upstream rather than a throttle valve, the air flow rate Mth which flows in an inhalation-of-air system model is calculated by carrying out phase-lead-lag-network processing of the detection value of an intake-air-flow detection means. An upper type is annealing and processing the detection value P of a MAP detection means with the time constant (1/alpha 2) of an intake-air-flow detection means, and amends the difference of the responsibility of an intake-air-flow detection means and a MAP detection means while it anneals and processes the air flow rate Mth which flows in an inhalation-of-air system model with the time constant (1/alpha 1) of a MAP detection means (first-order-lag processing). Restoration air content Me in a cylinder with a sufficient precision which reconciled responsibility and noise rejection by this, without using a charging efficiency An operation becomes possible.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, 1 operation gestalt which applied this invention to the engine inhalation of air / with an exhaust air adjustable valve timing system is explained based on a drawing.

[0018] First, based on drawing 1, the outline configuration of the whole engine control system is explained. An air cleaner 13 is formed in the maximum upstream section of the inlet pipe 12 (inhalation-of-air path) of the engine 11 which is an internal combustion engine, and the heat type air flow meter 14 (intake-air-flow detection means) which detects an inhalation air content is formed in the downstream of this air cleaner 13 at it. The supply current to a heat ray is controlled so that this heat type air flow meter 14 keeps constant the temperature gradient of the temperature of a heat ray and the intake-air temperature which the heat ray (not shown) and inhalation-of-air temperature sensor (not shown) which are arranged in the flow of inhalation air are built in, and are cooled with inhalation air. According to the heat release of a heat ray which changes according to an intake air flow, the supply current to a heat ray changes by this, and the voltage signal according to this supply current is outputted as an intake-air-flow signal. The throttle valve 15 and the throttle opening sensor 16 which detects throttle opening are formed in the downstream of this heat type air flow meter 14.

[0019] Furthermore, a surge tank 17 is formed in the downstream of a throttle valve 15, and the MAP sensor 18 (MAP detection means) which detects MAP P to this surge tank 17 is formed in it. Moreover, the inlet manifold 19 which introduces air into each gas column of an engine 11 is formed in a surge tank 17, and the fuel injection valve 20 which injects a fuel, respectively is attached in it near the suction port of the inlet manifold 19 of each gas column. The intake valve 25 and the exhaust air bulb 26 of an engine 11 are driven with the adjustable valve timing equipments 28 and 29, respectively, and inhalation of air / exhaust air valve timing is adjusted according to an engine operation condition. in addition, the adjustable valve timing equipments 28 and 29 -- a hydraulic-drive type and electromagnetism -- you may be which method of a drive type.

[0020] On the other hand, in the middle of the exhaust pipe 21 of an engine 11, the catalysts 22, such as a three way component catalyst which purifies an exhaust gas, are installed. The air-fuel ratio sensor (or oxygen sensor) 23 which detects the air-fuel ratio (or oxygen density) of an exhaust gas is formed in the upstream of this catalyst 22. Moreover, the cooling coolant temperature sensor 24 which detects cooling water temperature, and the crank angle sensor 25 which detects an engine speed are attached in the cylinder block of an engine 11.

[0021] The sensor output of these various kinds is inputted into the engine control circuit (it is written as "ECU" below) 30. This ECU30 is performing the restoration air content operation program in a cylinder of drawing 2 which was constituted as a subject and memorized by built-in ROM (storage) in the microcomputer, and plays a role of an operation means to calculate the restoration air content in a cylinder by the inhalation-of-air system model type.

[0022] This inhalation-of-air system model models the behavior of the inhalation air which flows the inhalation-of-air path (henceforth a "throttle down-stream inhalation-of-air path") from a throttle valve 15 to the inlet of an engine 11, and is drawn from the equation of state of the law of conservation of mass and a gas as follows. If the law of conservation of mass is applied to the flow of the inhalation air of a throttle down-stream inhalation-of-air path, the relation expressed with the following (1) type will be obtained.

$$\Delta M_{in} = M_{th} - M_e \dots (1)$$

[0023] Here,  $\Delta M_{in}$  is the variation (variation of the air mass in an inhalation-of-air system model) of the air mass in a throttle down-stream inhalation-of-air path, and  $M_{th}$  is a throttle-valve passage air content (air flow rate which flows in an inhalation-of-air system model), and  $M_e$ . It is a restoration air content in a cylinder.  $\Delta M_{in}$ ,  $M_{th}$ , and  $M_e$  Each is a value per unit time amount (or sampling period).

[0024] Moreover, if a gaseous equation of state is applied to a throttle down-stream inhalation-of-air path, the relation expressed with the following (2) equations will be obtained.

$$\Delta M_{in} = V/RT - dP/dt \dots (2)$$

Here, for  $V$ , the content volume (content volume of an inhalation-of-air system model) of a throttle down-stream inhalation-of-air path and  $R$  are [ the temperature (intake-air temperature) of inhalation air and  $dP/dt$  of a gas constant and  $T$  ] the variation of MAP P per unit time amount (or sampling period).

[0025] The following (3) types are obtained from the above-mentioned (1) formula and (2) types.  
 $V/RT - dP/dt = M_{th} - M_e \dots (3)$

Therefore, restoration air content  $M_e$  in a cylinder It is computed by the following (4) types which



arranged and asked for the above-mentioned (3) formula.

$Me = M_{th} - V/RT - dP/dt \dots (4)$

[0026] By the way, as an amount (dP/dt) of inhalation-of-air pressure variation, since the inhalation-of-air pulsating wave used as a noise is overlapped on MAP P detected by the MAP sensor 18, if the time amount differential value of the detection value of the MAP sensor 18 is used, the time amount differential value of a noise wave (inhalation-of-air pulsating wave) will be used, and the precision of the amount (dP/dt) of inhalation-of-air pressure variation will get worse.

[0027] So, with this operation gestalt, as an amount (dP/dt) of inhalation-of-air pressure variation, the detection value and detection value of the MAP sensor 18 anneal, and deflection (that is, false differential value) with a value is used.

[0028] The amount of inhalation-of-air pressure variation (dP/dt) = the false differential of \*\*\*\* enables it to calculate the amount (dP/dt) of inhalation-of-air pressure variation with a sufficient precision by an inhalation-of-air pressure-sensor appearance value-detection value annealing, without being influenced [ most ] of a noise component (inhalation-of-air pulsating wave).

[0029] Moreover, since the heat type air flow meter 14 is the structure where an output changes according to the heat release of the heat ray cooled with inhalation air, By the time change of an intake air flow causes change of the heat release of a heat ray and it appears as output change, response delay will occur. Since the response delay of this heat type air flow meter 14 is quite larger than the response delay of the MAP sensor 18, The difference of both response delay becomes large and this is the restoration air content Me in a cylinder. It becomes the cause of reducing operation precision.

[0030] So, the time constant (1/alpha 2) of the heat type air flow meter 14 and the time constant (1/alpha 1) of the MAP sensor 18 are included in an inhalation-of-air system model type as an adjustment constant which amends the difference of the responsibility of the heat type air flow meter 14 and the MAP sensor 18. Thereby, the inhalation-of-air system model type expressed with a degree type is obtained.

[0031]

[Equation 3]

$$Me = \underbrace{\left( \frac{1}{\frac{s}{\alpha 1} + 1} \right)}_{\text{なまし処理}} M_{th} - \underbrace{\left( 1 - \frac{1}{\frac{s}{\alpha 2} + 1} \right)}_{\text{なまし処理}} \frac{V}{RT} P$$

(時定数 =  $\frac{1}{\alpha 1}$ )      (時定数 =  $\frac{1}{\alpha 2}$ )

[0032] Here, the throttle-valve passage air content Mth is a flow rate of the inhalation air which passes a throttle valve 15, and in order that the heat type air flow meter 14 may detect an intake air flow by the upstream rather than a throttle valve 15, the throttle-valve passage air content Mth is calculated by carrying out phase-lead-lag-network processing of the detection value of the heat type air flow meter 14. An upper type is annealing and processing the detection value P of the MAP sensor 18 with the time constant (1/alpha 2) of the heat type air flow meter 14, and amends the difference of the responsibility of the heat type air flow meter 14 and the MAP sensor 18 while it anneals and processes the throttle-valve passage air content Mth with the time constant (1/alpha 1) of the MAP sensor 18 (first-order-lag processing). Restoration air content Me in a cylinder with a sufficient precision which reconciled responsibility and noise rejection by this, without using a charging efficiency An operation becomes possible.

[0033] The restoration air content operation program in a cylinder of drawing 2 which computes the restoration air content in a cylinder using the inhalation-of-air system model type explained above is repeatedly performed for every predetermined crank angle. Starting of this program first reads the intake-air temperature T detected with the inhalation-of-air temperature sensor in the intake air flow detected with the heat type air flow meter 14, MAP P detected by the MAP sensor 18, and the heat type air flow meter 14 at step 101. Then, it progresses to step 102, after calculating the throttle-valve passage air content Mth, it progresses to step 103 and the throttle-valve passage air content Mth, an intake-air temperature T, and MAP P are substituted for carrying out phase-lead-lag-network processing of the detection value (intake air flow) of the heat type air flow meter 14 at said

inhalation-of-air system model type, and it is the restoration air content Me in a cylinder. It computes.

[0034] ECU30 is the restoration air content Me in a cylinder computed by having carried out in this way. According to an engine speed, the basic injection quantity is computed on a map etc., the multiplication of various kinds of correction factors, such as an air-fuel ratio feedback correction factor and a water temperature correction factor, is carried out to this basic injection quantity, and final fuel oil consumption is calculated.

[0035] Drawing 3 shows the behavior of the operation value of the restoration air content in a cylinder when the tooth-lead-angle value of inhalation-of-air valve timing changes (transient). Conventionally, in case a specification calculates the restoration air content in a cylinder using a charging efficiency  $\eta_a$ , in order to compute a charging efficiency  $\eta_a$  on the 2-dimensional map which makes an engine speed Ne and MAP P a parameter, change of the charging efficiency  $\eta_a$  by the inhalation-of-air valve timing tooth-lead-angle value change is not taken into consideration at all, but the operation value of the restoration air content in a cylinder of a transient shifts from true value greatly. Therefore, when it is going to raise the operation precision of the restoration air content in a cylinder by the specification conventionally, there is a fault of it being necessary to compute a charging efficiency  $\eta_a$  on the three-dimension map (4-dimensional map) which makes a parameter an engine speed Ne, MAP P, and inhalation-of-air valve timing (exhaust air valve timing), and the adaptation man day and memory space for the map creation becoming very huge, and becoming a remarkable cost rise.

[0036] On the other hand, in this operation gestalt, the restoration air content in a cylinder is calculated by calculating the restoration air content in a cylinder by the inhalation-of-air system model formula, without using a charging efficiency  $\eta_a$ . and as an amount (dP/dt) of inhalation-of-air pressure variation used as the variable of an inhalation-of-air system model type The detection value and detection value of the MAP sensor 18 anneal, and deflection (that is, false differential value) with a value is used. Furthermore, while annealing and processing the throttle-valve passage air content Mth with the time constant (1 / alpha 1) of the MAP sensor 18 (first-order-lag processing) By annealing and processing the detection value P of the MAP sensor 18 with the time constant (1/alpha 2) of the heat type air flow meter 14, the difference of the responsibility of the heat type air flow meter 14 and the MAP sensor 18 is amended. Thereby, with this operation gestalt, the gap with the operation value of the restoration air content in a cylinder of a transient and true value becomes very small, and the operation of the restoration air content in a cylinder with a sufficient precision with which the transient also reconciled responsibility and noise rejection of it is attained. And since a charging efficiency  $\eta_a$  is not used, an adaptation man day and memory space can be lessened sharply, and the demand of low-cost-izing can also fully be filled.

[0037] In addition, the applicability of this invention is not limited to an engine inhalation of air / with an exhaust air adjustable valve timing system, but can be applied also to the engine which made only the inspired air flow path (or exhaust side) adjustable valve timing, and the engine which does not carry an adjustable valve timing system at all, and is not limited to a suction-port injection engine, but can be applied also to the injection engine in a cylinder. Moreover, an air flow meter (intake-air-flow detection means) is not limited to a heat type air flow meter, either, for example, a vane type and Karman's vortex-type air flow meter may be used.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The outline block diagram of the whole engine control system in which 1 operation gestalt of this invention is shown

[Drawing 2] The flow chart which shows the flow of processing of the restoration air content operation program in a cylinder

[Drawing 3] The timing diagram explaining the behavior of the operation value of the restoration air content in a cylinder of a transient

[Description of Notations]

11 [ -- A throttle valve, 17 / -- A surge tank (inhalation-of-air path), 18 / -- A MAP sensor (MAP detection means), 19 / -- An inlet manifold (inhalation-of-air path), 20 / -- A fuel injection valve, 21 / -- 28 An exhaust pipe, 29 / -- Adjustable valve timing equipment, 30 / -- ECU (operation means). ] -- An engine (internal combustion engine), 12 -- An inlet pipe (inhalation-of-air path), 14 -- A heat type air flow meter (intake-air-flow detection means), 15

---

[Translation done.]

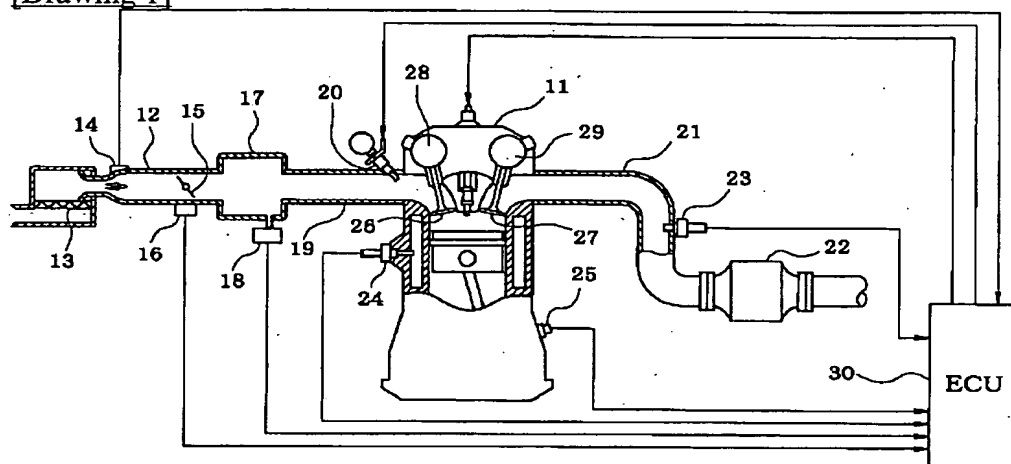
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

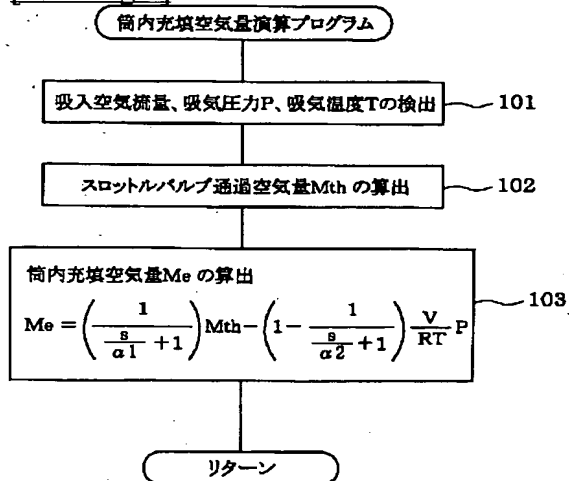
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

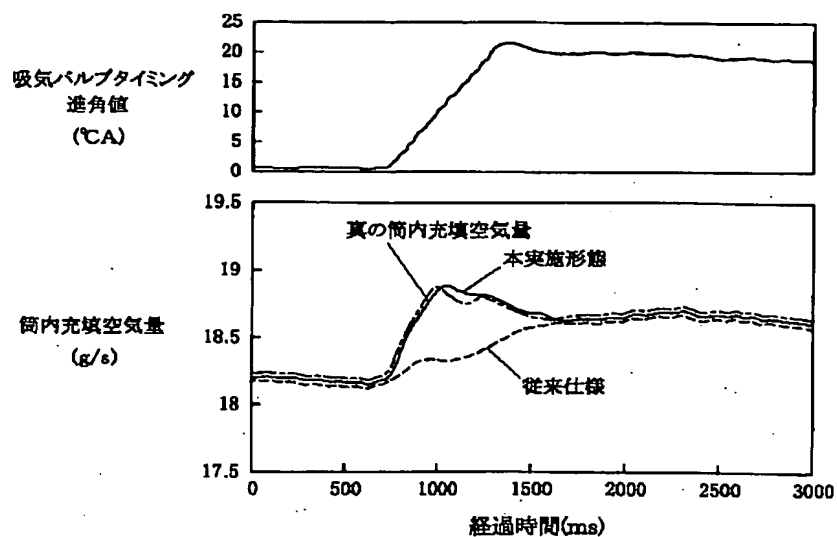
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-70633

(P2002-70633A)

(43)公開日 平成14年3月8日(2002.3.8)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
F 0 2 D 45/00	3 6 6	F 0 2 D 45/00	3 6 6 E 3 G 0 8 4
	3 5 8		3 6 6 B
	3 6 4		3 5 8 C
			3 5 8 N
			3 6 4 D
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2000-268361(P2000-268361)

(22)出願日 平成12年8月31日(2000.8.31)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 西山 征輝

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72)発明者 川合 勝彦

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(74)代理人 100098420

弁理士 加古 宗男

最終頁に続く

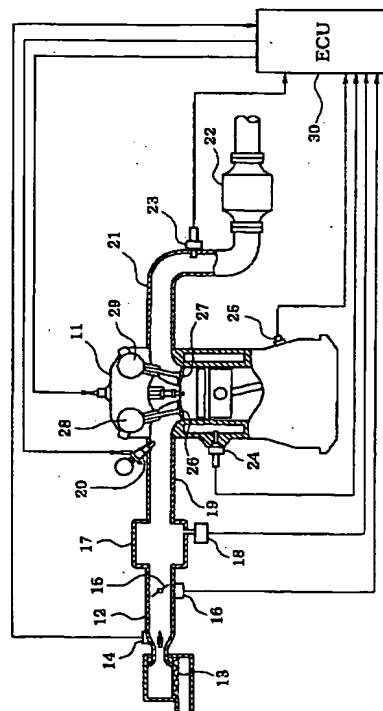
(54)【発明の名称】 内燃機関の筒内充填空気量推定装置

(57)【要約】

【課題】 充填効率を用いずに筒内充填空気量を精度良く推定できるようにする。

【解決手段】 筒内充填空気量 $Me$ を算出する吸気系モデルは、スロットルバルブ15からエンジン11の吸気口までの吸気通路を流れる吸入空気に対し、質量保存の法則と気体の状態方程式を適用して導き出したものである。

吸気系モデル式： $Me = M_{th} - V / RT \cdot dP / dt$   
 ここで、 $Me$ は筒内充填空気量、 $V$ はスロットルバルブ15下流側の吸気通路の内容積、 $R$ は気体定数、 $T$ は吸気温度、 $dP / dt$ は吸気圧力変化量である。吸気圧力センサ18の検出値に重畳するノイズ(吸気脈動波形)の影響を排除するために、吸気圧力変化量( $dP / dt$ )として、吸気圧力センサ18の検出値とその検出値のなまし値との偏差(つまり疑似微分値)を用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の吸気通路を流れる吸入空気の流れを検出する吸入空気流量検出手段と、

前記吸気通路内の吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、

スロットルバルブを通過した吸入空気が筒内に流入するまでの吸入空気の挙動を模擬した吸気系モデルを用い、前記吸入空気流量検出手段で検出した吸入空気流量に基づいて前記吸気系モデル内に流入する空気流量を求めると共に、前記吸気圧力検出手段で検出した吸気圧力の変化量に基づいて該吸気系モデル内の空気質量の変化量を演算し、該吸気系モデル内に流入する空気流量と該吸気系モデル内の空気質量の変化量とから筒内に流入する筒内充填空気量を演算する演算手段とを備え、

前記演算手段は、前記吸気圧力の変化量に基づいて前記 \*

$$Me = \left( \frac{1}{\frac{s}{\alpha 1} + 1} \right) Mth - \left( 1 - \frac{1}{\frac{s}{\alpha 2} + 1} \right) \frac{V}{RT} P$$

ここで、 $\frac{1}{\alpha 1}$  : 吸気圧力検出手段の時定数

$\frac{1}{\alpha 2}$  : 吸入空気流量検出手段の時定数

Mth : 吸気系モデル内に流入する空気流量

P : 吸気圧力検出値

V : 吸気系モデルの内容積

R : 気体定数

T : 吸入空気の温度

s : ラプラス演算子

\*吸気系モデル内の空気質量の変化量を演算する際に、該吸気圧力の変化量として、前記吸気圧力検出手段の検出値とその検出値のなまし値との偏差を用いることを特徴とする内燃機関の筒内充填空気量推定装置。

【請求項 2】 前記吸入空気流量検出手段は、熱式エアフロメータであることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の筒内充填空気量推定装置。

【請求項 3】 前記吸気系モデルは、前記吸入空気流量検出手段と前記吸気圧力検出手段との応答性の差を補正する調整定数として、前記吸入空気流量検出手段の時定数と前記吸気圧力検出手段の時定数とが組み込まれていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の筒内充填空気量推定装置。

【請求項 4】 前記吸気系モデルの式は、

【数 1】

であることを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の筒内充填空気量推定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、吸入空気流量と吸気圧力の両方を検出して筒内充填空気量を推定する内燃機関の筒内充填空気量推定装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、筒内充填空気量を推定する方法は、吸入空気流量をエアフロメータで検出して、その検出値から筒内充填空気量を推定する方式（以下「吸入空気流量検出方式」という）と、吸気圧力を吸気圧力センサで検出して、その検出値から筒内充填空気量を推定する方式（以下「吸気圧力検出方式」という）とに大別される。吸入空気流量検出方式は、定常時に吸入空気流量＝筒内充填空気量となるため、定常時の筒内充填空気量の推定精度が良いという利点があるが、過渡時には筒内充填空気量の変化が吸気管の上流部に設置されたエアフロメータの出力の変化として現れるまでに暫く時間が

かり、過渡時の応答性が悪いという欠点がある。これに対し、吸気圧力検出方式は、吸入空気流量検出方式と比較して過渡時の応答性が良いという特長がある。筒内充填空気量の変化に伴う圧力変化が吸気圧力センサ付近（サージタンク）まで伝搬する時間は、筒内充填空気量の変化が吸気管上流部のエアフロメータ付近の吸入空気流量を変化させるまでの時間と比較してかなり短いのである。

【0003】 そこで、近年、吸入空気流量検出方式と吸気圧力検出方式の両方式の長所を併せ持つ 2 センサ併用方式が開発されている。この 2 センサ併用方式は、エアフロメータと吸気圧力センサの両方を設置して、定常時には、エアフロメータで検出した吸入空気流量から筒内充填空気量を推定し、過渡時には、吸気圧力センサで検出した吸気圧力から次式により筒内充填空気量を演算するようにしている。

【0004】  $Me = \eta \cdot Ne \cdot V \cdot P / (2 \cdot R \cdot T)$

ここで、Me : 筒内充填空気量

$\eta$  : 充填効率

$N_e$  : エンジン回転速度

$V$  : 吸気マニホールド内容積

$P$  : 吸気圧力 (吸気圧力センサの検出値)

$R$  : 気体定数

$T$  : 吸入空気温度

この場合、充填効率 $\eta$ は、エンジン回転速度 $N_e$ と吸気圧力 $P$ とをパラメータとする二次元マップにより算出される。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来の2センサ併用方式では、過渡時の筒内充填空気量 $M_e$ を算出する式に充填効率 $\eta$ が含まれているため、充填効率 $\eta$ をエンジン回転速度 $N_e$ と吸気圧力 $P$ とをパラメータとする二次元マップにより算出する必要がある。このため、充填効率 $\eta$ を精度良く算出しようとする、二次元マップ作成のための適合工数が増加したり、この二次元マップを記憶するためにメモリ容量を拡張する必要がある。特に、吸気側/排気側の両方に可変バルブタイミングシステムを搭載したエンジンでは、充填効率 $\eta$ が吸気/排気バルブタイミングによっても変化するため、充填効率 $\eta$ をエンジン回転速度 $N_e$ と吸気圧力 $P$ と吸気/排気バルブタイミングとをパラメータとする4次元マップにより算出する必要があり、4次元マップ作成のための適合工数やメモリ容量が非常に膨大になり、かなりのコストアップになるという欠点がある。

【0006】しかも、上記従来の2センサ併用方式では、定常時と過渡時で吸入空気流量検出方式と吸気圧力検出方式とを切り換えるため、定常時と過渡時との境界で筒内充填空気量の演算値が不連続となるおそれがあり、それ故に、筒内充填空気量の演算値が不連続とならないように調整する必要がある。

【0007】本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、充填効率を用いずに筒内充填空気量を精度良く推定することができ、適合工数やメモリ容量を大幅に少なくしながら筒内充填空気量の推定精度を向上でき、しかも、定常時と過渡時との境界で筒内充填空気量の演算値を確実に連続させることができる内燃機関の筒内充填空気量推定装置を提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項1の内燃機関の筒内充填空気量推定装置は、内燃機関の吸気通路を流れる吸入空気の流量を検出する吸入空気流量検出手段と、吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段とを備えたものにおいて、スロットルバルブを通過した吸入空気が筒内に流入するまでの吸入空気の挙動を模擬した吸気系モデルを用い、吸入空気流量検出手段で検出した吸入空気流量に基づいて吸気系モデル内に流入する空気流量を求めると共に、吸気圧力検出手段で検出した吸気圧力の変化量に基づいて該吸気系

モデル内の空気質量の変化量を演算し、該吸気系モデル内に流入する空気流量と該吸気系モデル内の空気質量の変化量とから筒内に流入する筒内充填空気量を演算する。これにより、充填効率を用いずに筒内充填空気量を推定することが可能となり、適合工数やメモリ容量を大幅に少なくすることができる。

【0009】この場合、吸気圧力の変化量に基づいて吸気系モデル内の空気質量の変化量を演算する際に、該吸気圧力の変化量として、吸気圧力検出手段の検出値の時間微分値を用いることが考えられるが、吸気圧力検出手段の検出値にはノイズとなる吸気脈動波形が重畳しているため、吸気圧力検出手段の検出値の時間微分値を用いると、ノイズ波形(吸気脈動波形)の時間微分値を用いることになってしまい、吸気圧力の変化量の演算精度が悪化する。

【0010】そこで、請求項1では、吸気圧力の変化量に基づいて吸気系モデル内の空気質量の変化量を演算する際に、該吸気圧力の変化量として、吸気圧力検出手段の検出値とその検出値のなまし値との偏差(つまり疑似微分値)を用いる。この疑似微分により、ノイズ成分(吸気脈動波形)の影響をほとんど受けることなく、吸気圧力の変化量を精度良く演算することができ、その結果、筒内充填空気量を精度良く推定することができる。しかも、定常時と過渡時で同じ吸気系モデルを用いて筒内充填空気量を演算するため、定常時と過渡時との境界で筒内充填空気量の演算値を確実に連続させることができる。

【0011】この場合、請求項2のように、吸入空気流量検出手段として、熱式エアフロメータを用いると良い。熱式エアフロメータは、吸入空気の質量流量に対応した出力を得ることができるので、ベーン式やカルマン渦式のエアフロメータに比べて空気の密度(温度、圧力)による影響がなく、空気の密度による補正が不要であると共に、可動部分が無く、小型(低圧力損失)、低コストである等の利点を有する。

【0012】しかし、熱式エアフロメータは、吸入空気で冷やされる熱線等の放熱量に応じて出力が変化する構造であるため、吸入空気流量の変化が熱線等の放熱量の変化を引き起こしてそれが出力変化として現れるまでに応答遅れが発生し、この熱式エアフロメータの応答遅れが吸気圧力検出手段の応答遅れよりもかなり大きいため、両者の応答遅れの差が大きくなり、これが筒内充填空気量の演算精度を低下させる原因となる。

【0013】そこで、請求項3のように、吸気系モデルには、吸入空気流量検出手段と吸気圧力検出手段との応答性の差を補正する調整定数として、吸入空気流量検出手段の時定数と吸気圧力検出手段の時定数とを組み込むようにすると良い。このようにすれば、吸入空気流量検出手段と吸気圧力検出手段との応答性の差を補正することができ、応答性とノイズ除去とを両立させた精度の良い



い筒内充填空気量の演算が可能となる。

【0014】この場合、請求項4のように、吸気系モデルとして次式を用いれば良い。

\*【0015】

【数2】

$$Me = \left( \frac{1}{\frac{s}{\alpha 1} + 1} \right) Mth - \left( 1 - \frac{1}{\frac{s}{\alpha 2} + 1} \right) \frac{V}{RT} P$$

ここで、 $\frac{1}{\alpha 1}$  : 吸気圧力検出手段の時定数

$\frac{1}{\alpha 2}$  : 吸入空気流量検出手段の時定数

Mth : 吸気系モデル内に流入する空気流量

P : 吸気圧力検出値

V : 吸気系モデルの内容積

R : 気体定数

T : 吸入空気の温度

s : ラプラス演算子

【0016】この式は、後述するように、質量保存の法則と気体の状態方程式から導き出されたものである。ここで、吸気系モデル内に流入する空気流量Mthは、スロットルバルブを通過する吸入空気の流量であり、吸入空気流量検出手段は、スロットルバルブよりも上流側で吸入空気流量を検出するため、吸気系モデル内に流入する空気流量Mthは、吸入空気流量検出手段の検出値を位相進み処理することで求められる。上式は、吸気系モデル内に流入する空気流量Mthを吸気圧力検出手段の時定数 $(1/\alpha 1)$ でなまし処理（一次遅れ処理）すると共に、吸気圧力検出手段の検出値Pを吸入空気流量検出手段の時定数 $(1/\alpha 2)$ でなまし処理することで、吸入空気流量検出手段と吸気圧力検出手段との応答性の差を補正するものである。これにより、充填効率を用いずに、応答性とノイズ除去とを両立させた精度の良い筒内充填空気量Meの演算が可能となる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明を吸気／排気可変バルブタイミングシステム付きのエンジンに適用した一実施形態を図面に基づいて説明する。

【0018】まず、図1に基づいてエンジン制御システム全体の概略構成を説明する。内燃機関であるエンジン11の吸気管12（吸気通路）の最上流部には、エアクリーナ13が設けられ、このエアクリーナ13の下流側には、吸入空気量を検出する熱式エアフロメータ14

（吸入空気流量検出手段）が設けられている。この熱式エアフロメータ14は、吸入空気の流れの中に配置される熱線（図示せず）と吸気温度センサ（図示せず）が内蔵され、吸入空気中で冷やされる熱線の温度と吸気温度との温度差を一定に保つように熱線への供給電流が制御される。これにより、吸入空気流量に応じて変化する熱線

の放熱量に応じて熱線への供給電流が変化し、この供給電流に応じた電圧信号が吸入空気流量信号として出力される。この熱式エアフロメータ14の下流側には、スロットルバルブ15とスロットル開度を検出するスロットル開度センサ16とが設けられている。

【0019】更に、スロットルバルブ15の下流側には、サージタンク17が設けられ、このサージタンク17に、吸気圧力Pを検出する吸気圧力センサ18（吸気圧力検出手段）が設けられている。また、サージタンク17には、エンジン11の各気筒に空気を導入する吸気マニホールド19が設けられ、各気筒の吸気マニホールド19の吸気ポート近傍に、それぞれ燃料を噴射する燃料噴射弁20が取り付けられている。エンジン11の吸気バルブ25と排気バルブ26は、それぞれ可変バルブタイミング装置28、29によって駆動され、エンジン運転状態に応じて吸気／排気バルブタイミングが調整される。尚、可変バルブタイミング装置28、29は、油圧駆動式、電磁駆動式のいずれの方式であっても良い。

【0020】一方、エンジン11の排気管21の途中には、排出ガスを浄化する三元触媒等の触媒22が設置されている。この触媒22の上流側には、排出ガスの空燃比（又は酸素濃度）を検出する空燃比センサ（又は酸素センサ）23が設けられている。また、エンジン11のシリンダブロックには、冷却水温を検出する冷却水温センサ24や、エンジン回転速度を検出するクランク角センサ25が取り付けられている。

【0021】これら各種のセンサ出力は、エンジン制御回路（以下「ECU」と表記する）30に入力される。このECU30は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵されたROM（記憶媒体）に記憶された図2の筒内充填空気量演算プログラムを実行すること

で、吸気系モデル式により筒内充填空気量を演算する演算手段としての役割を果たす。

【0022】この吸気系モデルは、スロットルバルブ15からエンジン11の吸気口までの吸気通路（以下「スロットル下流吸気通路」という）を流れる吸入空気の流れをモデル化したものであり、質量保存の法則と気体の状態方程式から次のようにして導き出される。スロットル下流吸気通路の吸入空気の流れに質量保存の法則を適用すると、次の（1）式で表される関係が得られる。

$$\Delta \text{Min} = \text{Mth} - \text{Me} \quad \cdots \cdots (1)$$

【0023】ここで、 $\Delta \text{Min}$ はスロットル下流吸気通路内の空気質量の変化量（吸気系モデル内の空気質量の変化量）、 $\text{Mth}$ はスロットルバルブ通過空気量（吸気系モデル内に流入する空気流量）、 $\text{Me}$ は筒内充填空気量である。 $\Delta \text{Min}$ 、 $\text{Mth}$ 、 $\text{Me}$ はいずれも単位時間当たり（又はサンプリング間隔）の値である。

【0024】また、スロットル下流吸気通路に気体の状態方程式を適用すると、次の（2）式で表される関係が得られる。

$$\Delta \text{Min} = V / RT \cdot dP / dt \quad \cdots \cdots (2)$$

ここで、 $V$ はスロットル下流吸気通路の内容積（吸気系モデルの内容積）、 $R$ は気体定数、 $T$ は吸入空気の温度（吸気温度）、 $dP / dt$ は単位時間当たり（又はサンプリング間隔）の吸気圧力 $P$ の変化量である。

【0025】上記（1）式と（2）式から次の（3）式が得られる。

$$V / RT \cdot dP / dt = \text{Mth} - \text{Me} \quad \cdots \cdots (3)$$

従って、筒内充填空気量 $\text{Me}$ は、上記（3）式を整理して求めた次の（4）式によって算出される。

$$\text{Me} = \text{Mth} - V / RT \cdot dP / dt \quad \cdots \cdots (4)$$

【0026】ところで、吸気圧力センサ18で検出する吸気圧力 $P$ には、ノイズとなる吸気脈動波形が重畳しているため、吸気圧力変化量（ $dP / dt$ ）として、吸気圧力センサ18の検出値の時間微分値を用いると、ノイズ波形（吸気脈動波形）の時間微分値を用いることになってしまい、吸気圧力変化量（ $dP / dt$ ）の精度が悪化する。

【0027】そこで、本実施形態では、吸気圧力変化量（ $dP / dt$ ）として、吸気圧力センサ18の検出値とその検出値のなまし値との偏差（つまり疑似微分値）を用いる。

【0028】吸気圧力変化量（ $dP / dt$ ）＝吸気圧力センサ検出値－検出値のなまし値この疑似微分により、ノイズ成分（吸気脈動波形）の影響をほとんど受けることなく、吸気圧力変化量（ $dP / dt$ ）を精度良く演算することが可能となる。

【0029】また、熱式エアフロメータ14は、吸入空気中で冷やされる熱線の放熱量に応じて出力が変化する構造であるため、吸入空気流量の変化が熱線の放熱量の変化を引き起こしてそれが出力変化として現れるまでに応

答遅れが発生し、この熱式エアフロメータ14の応答遅れが吸気圧力センサ18の応答遅れよりもかなり大きい。ため、両者の応答遅れの差が大きくなり、これが筒内充填空気量 $\text{Me}$ の演算精度を低下させる原因となる。

【0030】そこで、吸気系モデル式には、熱式エアフロメータ14と吸気圧力センサ18との応答性の差を補正する調整定数として、熱式エアフロメータ14の時定数（ $1 / \alpha 2$ ）と吸気圧力センサ18の時定数（ $1 / \alpha 1$ ）とを組み込む。これにより、次式で表される吸気系モデル式が得られる。

【0031】

【数3】

$$\text{Me} = \underbrace{\left( \frac{1}{\frac{s}{\alpha 1} + 1} \right)}_{\text{なまし処理}} \text{Mth} - \underbrace{\left( 1 - \frac{1}{\frac{s}{\alpha 2} + 1} \right)}_{\text{なまし処理}} \frac{V}{RT} P$$

$$\left( \text{時定数} = \frac{1}{\alpha 1} \right) \quad \left( \text{時定数} = \frac{1}{\alpha 2} \right)$$

【0032】ここで、スロットルバルブ通過空気量 $\text{Mth}$ は、スロットルバルブ15を通過する吸入空気の流量であり、熱式エアフロメータ14は、スロットルバルブ15よりも上流側で吸入空気流量を検出するため、スロットルバルブ通過空気量 $\text{Mth}$ は、熱式エアフロメータ14の検出値を位相進み処理することで求められる。上式は、スロットルバルブ通過空気量 $\text{Mth}$ を吸気圧力センサ18の時定数（ $1 / \alpha 1$ ）でなまし処理（一次遅れ処理）すると共に、吸気圧力センサ18の検出値 $P$ を熱式エアフロメータ14の時定数（ $1 / \alpha 2$ ）でなまし処理することで、熱式エアフロメータ14と吸気圧力センサ18との応答性の差を補正するものである。これにより、充填効率を用いずに、応答性とノイズ除去とを両立させた精度の良い筒内充填空気量 $\text{Me}$ の演算が可能となる。

【0033】以上説明した吸気系モデル式を用いて筒内充填空気量を算出する図2の筒内充填空気量演算プログラムは、所定クランク角毎に繰り返し実行される。本プログラムが起動されると、まずステップ101で、熱式エアフロメータ14で検出した吸入空気流量、吸気圧力センサ18で検出した吸気圧力 $P$ 、熱式エアフロメータ14内の吸気温度センサで検出した吸気温度 $T$ を読み込む。この後、ステップ102に進み、熱式エアフロメータ14の検出値（吸入空気流量）を位相進み処理することで、スロットルバルブ通過空気量 $\text{Mth}$ を求めた後、ステップ103に進み、前記吸気系モデル式にスロットルバルブ通過空気量 $\text{Mth}$ 、吸気温度 $T$ 、吸気圧力 $P$ を代入して、筒内充填空気量 $\text{Me}$ を算出する。

【0034】ECU30は、このようにして算出した筒内充填空気量 $\text{Me}$ とエンジン回転速度に応じてマップ等により基本噴射量を算出し、この基本噴射量に空燃比フィードバック補正係数、水温補正係数等の各種の補正係

数を乗算して最終的な燃料噴射量を求める。

【0035】図3は、吸気バルブタイミングの進角値が変化した時（過渡時）の筒内充填空気量の演算値の挙動を示している。従来仕様は、充填効率 $\eta$ を用いて筒内充填空気量を演算する際に、充填効率 $\eta$ をエンジン回転速度 $N_e$ と吸気圧力 $P$ とをパラメータとする二次元マップにより算出するため、吸気バルブタイミング進角値の変化による充填効率 $\eta$ の変化が全く考慮されず、過渡時の筒内充填空気量の演算値が真の値から大きくずれる。従って、従来仕様で筒内充填空気量の演算精度を高めようとすると、充填効率 $\eta$ をエンジン回転速度 $N_e$ と吸気圧力 $P$ と吸気バルブタイミング（と排気バルブタイミング）をパラメータとする3次元マップ（4次元マップ）により算出する必要がある、そのマップ作成のための適合工数やメモリ容量が非常に膨大になり、かなりのコストアップになるという欠点がある。

【0036】これに対し、本実施形態では、吸気系モデル式で筒内充填空気量を演算することで、充填効率 $\eta$ を用いずに筒内充填空気量を演算する。しかも、吸気系モデル式の変数となる吸気圧力変化量 $(dP/dt)$ として、吸気圧力センサ18の検出値とその検出値のなまし値との偏差（つまり疑似微分値）を用い、更に、スロットルバルブ通過空気量 $M_{th}$ を吸気圧力センサ18の時定数 $(1/\alpha_1)$ でなまし処理（一次遅れ処理）すると共に、吸気圧力センサ18の検出値 $P$ を熱式エアフロメータ14の時定数 $(1/\alpha_2)$ でなまし処理することで、熱式エアフロメータ14と吸気圧力センサ18との応答性の差を補正する。これにより、本実施形態では、過渡時の筒内充填空気量の演算値と真の値とのずれが極めて

小さくなり、過渡時でも、応答性とノイズ除去とを両立させた精度の良い筒内充填空気量の演算が可能となる。しかも、充填効率 $\eta$ を用いないため、適合工数やメモリ容量を大幅に少なくすることができ、低コスト化の要求も十分に満たすことができる。

【0037】尚、本発明の適用範囲は、吸気／排気可変バルブタイミングシステム付きのエンジンに限定されず、吸気側（又は排気側）のみを可変バルブタイミングとしたエンジンや、可変バルブタイミングシステムを全く搭載しないエンジンにも適用でき、また、吸気ポート噴射エンジンに限定されず、筒内噴射エンジンにも適用できる。また、エアフロメータ（吸入空気流量検出手段）も熱式エアフロメータに限定されず、例えば、ベン式やカルマン渦式のエアフロメータを用いても良い。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施形態を示すエンジン制御システム全体の概略構成図

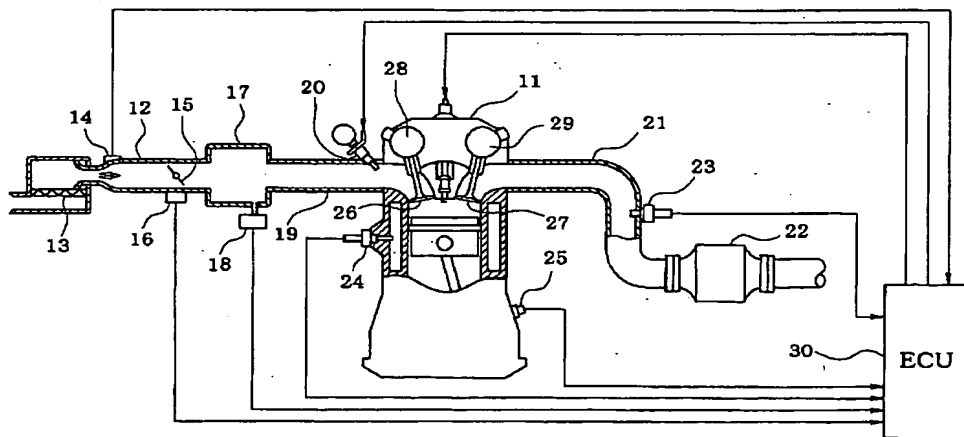
【図2】筒内充填空気量演算プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図3】過渡時の筒内充填空量の演算値の挙動を説明するタイムチャート

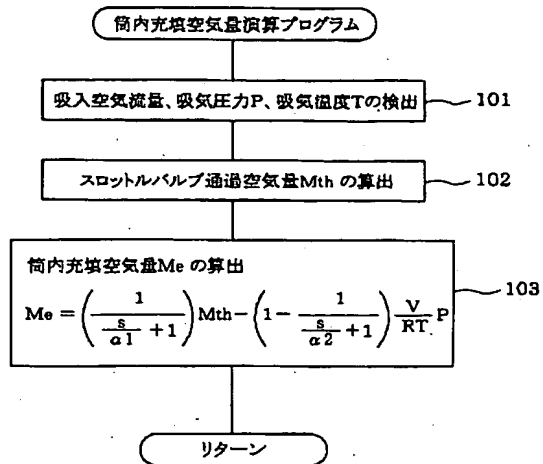
【符号の説明】

１１…エンジン（内燃機関）、１２…吸気管（吸気通路）、１４…熱式エアフローメータ（吸入空気流量検出手段）、１５…スロットルバルブ、１７…サージタンク（吸気通路）、１８…吸気圧力センサ（吸気圧力検出手段）、１９…吸気マニホールド（吸気通路）、２０…燃料噴射弁、２１…排気管、２８、２９…可変バルブタイミング装置、３０…ＥＣＵ（演算手段）。

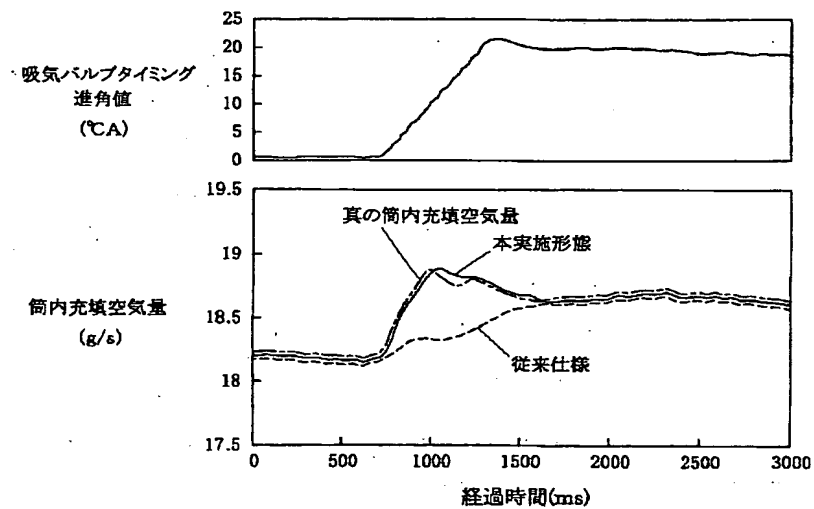
【図 1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F 0 2 D 45/00

識別記号

3 7 0

F I

F 0 2 D 45/00

テームコード(参考)

3 7 0 B

F ターム(参考) 3G084 BA23 DA25 EA01 EA04 EA11  
 EB08 EB25 EC04 FA02 FA08  
 FA09 FA10 FA11 FA20 FA29  
 FA33 FA38